

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日                      2 0 0 2 年 1 1 月 2 2 日  
Date of Application:

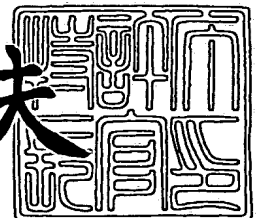
出 願 番 号                      特 願 2 0 0 2 - 3 3 9 2 4 5  
Application Number:  
[ST. 10/C]:                      [ J P 2 0 0 2 - 3 3 9 2 4 5 ]

出      願      人                      株式会社デンソー  
Applicant(s):

2 0 0 3 年    9 月 2 6 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 IP7403

【提出日】 平成14年11月22日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01T 13/20

【発明者】

    【住所又は居所】 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会社デンソー内

    【氏名】 金生 啓二

【発明者】

    【住所又は居所】 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会社デンソー内

    【氏名】 後藤 常利

【特許出願人】

    【識別番号】 000004260

    【氏名又は名称】 株式会社デンソー

【代理人】

    【識別番号】 100100022

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 伊藤 洋二

    【電話番号】 052-565-9911

【選任した代理人】

    【識別番号】 100108198

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 三浦 高広

    【電話番号】 052-565-9911

【選任した代理人】

    【識別番号】 100111578

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 水野 史博

    【電話番号】 052-565-9911

## 【手数料の表示】

【予納台帳番号】 038287

【納付金額】 21,000円

## 【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 スパークプラグおよびその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】 中心電極（30）と、  
前記中心電極を保持する絶縁碍子（20）と、  
前記絶縁碍子を保持固定するハウジング（10）と、  
一端部が前記ハウジングに接合され、他端部が前記中心電極と放電ギャップ（70）を隔てて対向する接地電極（40）とを備え、  
前記中心電極と前記接地電極の少なくとも一方における前記放電ギャップに面する部位に、棒状のIr合金からなるIr合金チップ（50、60）が接合されてなるスパークプラグにおいて、  
前記Ir合金チップの軸と直交する断面（55）の形状が非真円であり、  
前記断面において、前記断面の外形線の少なくとも3箇所と接する仮想円のうち最も大きな直径Aを有する外接円（C1）を想定し、前記外接円と同一の中心を有し且つ最も大きな直径Bを有する内接円（C2）を想定したとき、  
前記二つの直径A、Bの比 $B/A$ が0.8以上1.0未満であり、  
前記断面（55）の外形線は、直線またはR部の7つ以上の要素を連結したものとして構成され、前記各要素において隣接する要素となす角度が $125^\circ$ 以上 $235^\circ$ 以下であることを特徴とするスパークプラグ。

【請求項2】 前記比 $B/A$ は0.96以下であることを特徴とする請求項1に記載のスパークプラグ。

【請求項3】 前記外接円（C1）の直径Aは0.3mm以上1.5mm以下であることを特徴とする請求項1または2に記載のスパークプラグ。

【請求項4】 前記Ir合金チップ（50、60）は、50重量%以上のIrに少なくとも1種の添加物が含有されてなり、かつ融点が $2000^\circ\text{C}$ 以上であることを特徴とする請求項1ないし3のいずれか一つに記載のスパークプラグ。

【請求項5】 前記Ir合金チップ（50、60）の添加物は、Pt、Rh、Ni、W、Pd、Ru、Os、Al、Y、 $\text{Y}_2\text{O}_3$ から選択される少なくとも1種であることを特徴とする請求項4に記載のスパークプラグ。

【請求項6】 中心電極（30）と、  
前記中心電極を保持する絶縁碍子（20）と、  
前記絶縁碍子を保持固定するハウジング（10）と、  
一端部が前記ハウジングに接合され、他端部が前記中心電極と放電ギャップ（70）を隔てて対向する接地電極（40）とを備え、

前記中心電極と前記接地電極の少なくとも一方における前記放電ギャップに面する部位に、棒状のIr合金からなるIr合金チップ（50、60）を接合してなるスパークプラグの製造方法において、

前記Ir合金チップとして、その軸と直交する断面（55）の形状が非真円であり、前記断面において、前記断面の外形線の少なくとも3箇所と接する仮想円のうち最も大きな直径Aを有する外接円（C1）を想定し、前記外接円と同一の中心を有し且つ最も大きな直径Bを有する内接円（C2）を想定したとき、前記二つの直径A、Bの比 $B/A$ が0.8以上1.0未満であって、

さらに、断面（55）の外形線は、直線またはR部の7つ以上の要素を連結したものであるとして構成され、前記各要素において隣接する要素となす角度が $125^\circ$ 以上 $235^\circ$ 以下であるものを用い、

前記Ir合金チップを、前記中心電極と前記接地電極の少なくとも一方における前記放電ギャップに面する部位にレーザ溶接にて全周溶接することを特徴とするスパークプラグの製造方法。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

##### 【発明の属する技術分野】

本発明は、放電ギャップを隔てて対向する中心電極および接地電極の少なくとも一方の対向部に、Ir合金チップを接合してなる内燃機関用のスパークプラグおよびその製造方法に関し、例えば自動車、コージェネレーション、ガス圧送ポンプ等に使用されるスパークプラグに適用可能である。

##### 【0002】

##### 【従来の技術】

一般に、スパークプラグは、中心電極と、中心電極を保持する絶縁碍子と、絶

縁碍子を保持固定するハウジングと、一端部がハウジングに接合され他端部が中心電極と放電ギャップを隔てて対向する接地電極とを備える。

#### 【0003】

このようなスパークプラグにおいては、エンジンの高性能化・メンテナンスフリーなどにより長寿命化が要求され、中心電極や接地電極における対向部すなわち放電ギャップに面する部位である火花放電部に、Ir合金チップを配設している。

#### 【0004】

ここにおいて、Ir合金は電極母材（Ni合金等）に対して熱膨張係数の差が大きい。そのため、熱応力発生によるチップの脱落を防止するため、レーザ溶接により、Ir合金と電極母材の略中間の熱膨張係数を有する溶融層を形成させ、熱応力を低減させることで、接合性を確保している。

#### 【0005】

このレーザ溶接方法においては、予めIr合金チップと電極母材とを抵抗溶接等により一体化させておき、これをチップの軸回りに回転させながらチップの全周にレーザを照射する。

#### 【0006】

ここで、レーザ溶接性は、照射位置におけるチップと電極母材の形状に大きく影響される。各照射位置に対して当該形状が均一でなければ、溶け込み方にばらつきが生じ、接合性を確保できない。そのため、従来では、Ir合金チップとしては、溶接時の回転に対して常に一定の形状となるように円柱状に加工されたものが用いられる。

#### 【0007】

しかしながら、Ir合金チップを円柱状に加工するためには、圧延加工や線引き加工等の多くの工程が必要となる（例えば、特許文献1参照）。また、従来では、加工コストを下げるため、軸と直交する断面形状が四角形や六角形のIr合金チップとしたものをレーザ溶接することが提案されている（例えば、特許文献1参照）。

#### 【0008】

**【特許文献1】**

特許第3000955公報（第4－5頁、第3図、第5図）

**【0009】****【発明が解決しようとする課題】**

しかしながら、本発明者らの検討によれば、このような断面四角形または六角形のチップでは、その頂角が小さいために、エッジ効果によって接合部への応力集中が引き起こされ、円柱状チップのように、接合性が十分確保されないことがわかった。

**【0010】**

そこで、本発明は上記問題に鑑み、Ir合金チップにおける加工性の簡素化とレーザ溶接における接合性の確保の両立を図ることを目的とする。

**【0011】****【課題を解決するための手段】**

本発明者らは、Ir合金チップを円柱状にまで加工すればレーザ溶接における接合性を確保できるものの、その加工に多くの工程を要することから、チップを円柱状にしなくても、円柱状のチップと同程度の接合性を有することはできないか検討した。

**【0012】**

つまり、棒状のIr合金チップにおいて、その軸と直交する断面の形状を真円から外れたものすれば、チップの加工における工程を簡素化できるけれども、一方で、当該断面を非真円とした場合、接合性についてどこまで許容できるかについて検討した。

**【0013】**

そこで、上記軸直交断面の外形線の少なくとも3箇所と接する仮想円のうち最も大きな直径Aを有する外接円を想定し、この外接円と同一の中心を有し且つ最も大きな直径Bを有する内接円を想定した（図3参照）。

**【0014】**

そして、Ir合金チップにおける非真円の度合を示すパラメータとして、上記の外接円の直径Aと内接円の直径Bの比 $B/A$ を用いて、レーザ溶接における接

合性を調べた。この比  $B/A$  が 1 に近いほど真円に近い断面形状であり、0 に近いほど真円から外れた形状である。

#### 【0015】

その結果、この比  $B/A$  が真円に近い所定の範囲にあれば、上記チップの断面が真円であるものすなわち円柱状の Ir 合金チップと同程度の接合性を確保できることを見出した（図 8、図 9 参照）。本発明は、このような検討結果に基づいて実験的に見出されたものである。

#### 【0016】

すなわち請求項 1 に記載の発明では、中心電極（30）と、中心電極を保持する絶縁碍子（20）と、絶縁碍子を保持固定するハウジング（10）と、一端部がハウジングに接合され他端部が中心電極と放電ギャップ（70）を隔てて対向する接地電極（40）とを備え、中心電極と接地電極の少なくとも一方における放電ギャップに面する部位に、棒状の Ir 合金からなる Ir 合金チップ（50、60）が接合されてなるスパークプラグにおいて、Ir 合金チップの軸と直交する断面（55）の形状が非真円であり、この断面において、当該断面の外形線の少なくとも 3 箇所と接する仮想円のうち最も大きな直径 A を有する外接円（C1）を想定し、この外接円と同一の中心を有し且つ最も大きな直径 B を有する内接円（C2）を想定したとき、二つの直径 A、B の比  $B/A$  が 0.8 以上 1.0 未満であり、断面（55）の外形線は、直線または R 部の 7 つ以上の要素を連結したものであるとして構成され、前記各要素において隣接する要素となす角度が  $125^\circ$  以上  $235^\circ$  以下であることを特徴とする。

#### 【0017】

それによれば、Ir 合金チップの軸と直交する断面の形状を非真円としており、角柱等の非円柱形状の Ir 合金チップとすることができ、チップを円柱状にまで加工する場合に比べて加工コストを下げることができ、加工性の簡素化が図れる。

#### 【0018】

また、このようなチップ断面形状を非真円のものとしても、上記比  $B/A$  を 0.8 以上 1.0 未満とすれば、円柱状の Ir 合金チップと同程度の接合性を確保



できることを実験的に確認することができた。

#### 【0019】

また、上記比  $B/A$  の範囲を実現するチップ断面としては、断面 (55) の外形線が、直線または R 部の 7 つ以上の要素を連結したものとして構成され、各要素において隣接する要素となす角度が  $125^\circ$  以上  $235^\circ$  以下であるような構成を採用できる。

#### 【0020】

よって、本発明によれば、Ir 合金チップにおける加工性の簡素化とレーザ溶接における接合性の確保の両立を図ることのできるスパークプラグを提供することができる。

#### 【0021】

ここで、上記比  $B/A$  の上限としては、請求項 2 に記載の発明のように、0.96 以下にすることができる。

#### 【0022】

また、請求項 3 に記載の発明のように、外接円 (C1) の直径 A は 0.3 mm 以上 1.5 mm 以下であることが好ましい。これは次の理由による。

#### 【0023】

外接円の直径 A が 0.3 mm よりも小さいと、耐消耗性に優れる Ir 合金チップであっても、チップの熱容量が小さすぎてチップ温度上昇による消耗の促進により寿命を確保できにくくなる。一方、外接円の直径 A が 1.5 mm よりも大きくなると、レーザ溶接で緩和層としての熔融層を形成させても、チップサイズが大きすぎて、接合性を確保できるだけの熱応力の緩和ができにくくなる。

#### 【0024】

また、請求項 4 に記載の発明では、Ir 合金チップ (50、60) は、50 重量%以上の Ir に少なくとも 1 種の添加物が含有されてなり、かつ融点が  $2000^\circ\text{C}$  以上であることを特徴とする。

#### 【0025】

これは、Ir 合金として耐消耗性を確保するには、融点が  $2000^\circ\text{C}$  以上であれば高融点である Ir の特長を活かし、火花消耗に十分耐えることができるため

である。また、添加物を加えない純 Ir をチップに用いた場合、Ir の酸化揮発という問題がある。

#### 【0026】

この酸化揮発を抑制する有効な添加物としては、請求項 5 に記載の発明のように、Pt、Rh、Ni、W、Pd、Ru、Os、Al、Y、Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> から選択される少なくとも 1 種を採用することができる。これら添加物が、エンジン使用中にチップ表面で被膜を形成することにより Ir の酸化揮発を抑制する。

#### 【0027】

また、請求項 6 に記載の発明では、中心電極 (30) と、中心電極を保持する絶縁碍子 (20) と、絶縁碍子を保持固定するハウジング (10) と、一端部がハウジングに接合され他端部が中心電極と放電ギャップ (70) を隔てて対向する接地電極 (40) とを備え、中心電極と接地電極の少なくとも一方における放電ギャップに面する部位に、棒状の Ir 合金からなる Ir 合金チップ (50、60) を接合してなるスパークプラグの製造方法において、上記請求項 1 に記載の Ir 合金チップを用いたものである。

#### 【0028】

すなわち、Ir 合金チップとして、その軸と直交する断面 (55) の形状が非真円であり、この断面において当該断面の外形線の少なくとも 3 箇所と接する仮想円のうち最も大きな直径 A を有する外接円 (C1) を想定し、この外接円と同一の中心を有し且つ最も大きな直径 B を有する内接円 (C2) を想定したとき、二つの直径 A、B の比  $B/A$  が 0.8 以上 1.0 未満であって、さらに、断面 (55) の外形線が、直線または R 部の 7 つ以上の要素を連結したものとして構成され、且つ前記各要素において隣接する要素となす角度が 125° 以上 235° 以下であるものを用い、この Ir 合金チップを、中心電極と接地電極の少なくとも一方における放電ギャップに面する部位にレーザ溶接にて全周溶接することを特徴とする。

#### 【0029】

それによれば、請求項 1 に記載のスパークプラグを適切に製造しうるスパークプラグの製造方法を提供することができる。なお、本製造方法において用いられ

る I r 合金チップとしては、上記請求項 2 ～請求項 5 に記載のものとしても良い。

### 【0030】

なお、上記各手段の括弧内の符号は、後述する実施形態に記載の具体的手段との対応関係を示す一例である。

### 【0031】

#### 【発明の実施の形態】

以下、本発明を図に示す実施形態について説明する。図 1 は本発明の実施形態に係るスパークプラグ S 1 の全体構成を示す半断面図である。また、図 2 は、図 1 のスパークプラグ S 1 における火花放電部近傍の拡大断面図である。

### 【0032】

このスパークプラグ S 1 は、自動車用エンジンの点火栓等に適用されるものであり、該エンジンの燃焼室を区画形成するエンジンヘッド（図示せず）に設けられたネジ穴に挿入されて固定されるようになっている。

### 【0033】

スパークプラグ S 1 は、導電性の鉄鋼材料（例えば低炭素鋼等）等よりなる筒形状の取付金具（ハウジング）10 を有しており、この取付金具 10 は、図示しないエンジンブロックに固定するための取付ネジ部 10 a を備えている。取付金具 10 の内部には、アルミナセラミック（A l 2 O 3）等からなる絶縁碍子 20 が固定されており、この絶縁碍子 20 の一端部 21 は、取付金具 10 の一端部 11 から露出するように設けられている。

### 【0034】

絶縁碍子 20 の軸孔 22 には中心電極 30 が固定されており、この中心電極 30 は取付金具 10 に対して絶縁保持されている。中心電極 30 は、例えば、内材が C u 等の熱伝導性に優れた金属材料、外材が N i 基合金といった耐熱性および耐食性に優れた金属材料により構成された円柱体で、図 2 に示すように、その一端部 31 が、絶縁碍子 20 の一端部 21 から露出して延びるように設けられている。

### 【0035】

一方、接地電極 40 は Ni 基合金等よりなり、その一端部 41 にて取付金具 10 の一端部 11 に溶接により固定され、途中で曲げられて、その他端部 42 側が中心電極 30 の一端部 31 と対向するように中心電極 30 側へ延びる柱状（例えば角柱）をなす。

#### 【0036】

また、中心電極 30 の一端部 31 には、棒状の Ir 合金よりなる Ir 合金チップ（中心電極側チップ）50 が接合され、さらに、接地電極 40 の他端部 42 には、棒状の Ir 合金よりなる Ir 合金チップ（接地電極側チップ）60 が接合されている。そして、これら両チップ 50、60 の間に放電ギャップ 70 が形成されている。

#### 【0037】

ここで、図 2 に示す様に、電極母材である中心電極 30 および接地電極 40 とチップ 50、60 とは、レーザ溶接を用いた全周溶接により接合されている。それにより、電極母材 30、40 と棒状チップ 50、60 の一端側とは、レーザ溶接により形成された溶融層 35、45 を介して接合されている。

#### 【0038】

なお、本例では、放電ギャップ 70 を隔てて対向する中心電極 30 と接地電極 40 の両方における放電ギャップ 70 に面する部位に、Ir 合金チップ 50、60 が接合されているが、それ以外に、中心電極 30 側のみあるいは接地電極 40 側のみに Ir 合金チップが設けられたものでも良い。

#### 【0039】

また、各 Ir 合金チップ 50、60 は、50 重量%以上の Ir に少なくとも 1 種の添加物が含有されてなり、かつ融点が 2000℃以上であることが好ましい。そして、この添加物としては、Pt、Rh、Ni、W、Pd、Ru、Os、Al、Y、Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>から選択される少なくとも 1 種であることが好ましい。

#### 【0040】

これは、Ir 合金として耐消耗性を確保するには、融点が 2000℃以上であれば高融点である Ir の特長を活かし、火花消耗に十分耐えることができるためである。

## 【0041】

また、添加物を加えない純 Ir をチップに用いた場合、Ir の酸化揮発という問題があるが、この酸化揮発を抑制する有効な添加物として上記した物質を採用することにより、これら添加物が、エンジン使用中にチップ表面で被膜を形成して Ir の酸化揮発を抑制する。

## 【0042】

さらに、本実施形態においては、棒状の Ir 合金チップ 50、60 における軸と直交する断面（以下、チップ断面という）の形状を非真円とした独自の構成を採用している。図 3（a）、（b）は、Ir 合金チップ 50、60 におけるチップ断面 55 を示す図であり、（a）は正八角形、（b）は非対称な八角形である。

## 【0043】

そして、図 3 に示すように、チップ断面 55 おいて、チップ断面 55 の外形線の少なくとも 3 箇所と接する仮想円のうち最も大きな直径 A を有する外接円 C1 を想定し、外接円 C1 と同一の中心を有し且つ最も大きな直径 B を有する内接円 C2 を想定した。

## 【0044】

図 3（a）では、外接円 C1 は正八角形の八つすべての頂角と接し、内接円 C2 は八つすべての辺と接している。また、図 3（b）では外接円 C1 は上半分の四つの頂角と接し、内接円 C2 は上下二つの辺と接している。そして、本実施形態では、二つの直径 A、B の比  $B/A$  を 0.8 以上 1.0 未満とした構成を採用している。

## 【0045】

このスパークプラグ S1 は、基本的には周知の製造方法を用いて製造することができるが、電極母材 30、40 への Ir 合金チップ 50、60 の接合方法について、図 4 を参照して述べておく。なお、図 4 は中心電極 30 へチップ 50 を接合する場合について示すものであるが、接地電極 40 側も同様に行うことができる。

## 【0046】

まず、Ir合金チップ50、60については、上述した特許文献1に記載されている方法に基づいて、Ir合金のインゴットから圧延加工や線引き加工、切断等を行うことにより作製することができる。

#### 【0047】

図4(a)に示すように、予めIr合金チップ50と電極母材である中心電極30の一端部31とを抵抗溶接等により一体化させておき、これをチップ50の軸回りに回転させながらチップ50の全周にレーザRを照射する。図示例では、中心電極30の一端部31に盛り上がった径小部を設け、レーザRを横方向から照射して径小部を溶かし込むようにしている。

#### 【0048】

こうして、図4(b)に示すように、電極母材とIr合金とが溶け合わさってなる溶融層35を介して、中心電極30と棒状チップ50の一端側とが接合される。なお、この溶融層35は、上述したように、Ir合金と電極母材の略中間の熱膨張係数を有するもので、熱応力を低減させるものである。

#### 【0049】

次に、本実施形態において、比 $B/A$ を0.8以上1.0未満とした構成を採用した根拠について述べる。この構成を採用した根拠は、以下に述べるような、チップ断面形状と接合性との関係について検討した結果に基づくものである。

#### 【0050】

図5に示すように、棒状のIr合金チップとしてチップ断面55の断面形状が正多角形であるものを作製した。具体的には、図5に示すように、(a)正四角形(正方形)、(b)正六角形、(c)正七角形、(d)正八角形、(e)正十二角形とし、比較のために(f)真円のものも作製した。これら図5に示すIr合金チップを「サンプル1」とする。

#### 【0051】

ここで、図5に示す各々の正多角形のものについては、各頂角の点を結ぶ外接円C1の直径Aが $\phi 0.7\text{mm}$ のものとした。また、真円のものについてはその直径が $\phi 0.7\text{mm}$ のものとした。

#### 【0052】

また、I r 合金チップにおけるチップ断面 55 を形成する多角形の対称度の限界を把握するために、チップ断面 55 が八角形のものについて、上記比  $B/A$  を  $0.7 \sim 0.92$  ( $0.92$  は正八角形) と変えたものを作製した。このような種々の比  $B/A$  を有する断面八角形の I r 合金チップを「サンプル 2」とする。

#### 【0053】

この検討に用いたサンプル 1 および 2 の I r 合金チップの組成は I r - 10 重量% R h (90 重量%の I r と 10 重量%の R h の合金) であり、この I r 合金チップを溶接する電極母材は耐熱 N i 合金とした。そして、サンプル 1、2 のチップと電極母材との接合は、上記図 4 に示した方法に準じ、接合界面全周にわたりレーザ溶接を 8 点照射することにより行った。

#### 【0054】

接合性の評価は、次のように行った。2000 c c のエンジンにおいてスロットル全開 (6000 r.p.m) を 1 分間とアイドルを 1 分間という条件の冷熱試験を 3000 サイクル実施した。これは市場で 10 万 k m 走行に相当するものである。そして、このような冷熱試験において接合性は、図 6 に示すような剥離率にて評価した。

#### 【0055】

図 6 に示す様に、電極母材 30 と I r 合金チップ 50 との初期の接合界面の長さ (接合部長さ)  $X$  に対する、上記冷熱試験後に剥離した部分の長さ (剥離長さ)  $Y1$ 、 $Y2$  の割合、すなわち  $(Y1 + Y2 / X) \times 100 (\%)$  を剥離率とした。そして、この剥離率が 25 % 以下ならば、接合性が確保されたと判断することができる。

#### 【0056】

このような冷熱試験および剥離率の評価を、サンプル 1、サンプル 2 の I r 合金チップを電極母材に接合したものについて行った。その結果を図 7 ~ 図 9 に示す。

#### 【0057】

図 7 はサンプル 1 の結果、つまり、チップ断面 55 を種々の多角形に変えていったときの剥離率の変化を示す図である。また、図 8 は同じくサンプル 1 の結果

であるが、こちらは、チップ断面 55 を種々の多角形に変えていったときの比  $B/A$  と剥離率との関係を示す図である。また、図 9 はサンプル 2 の結果であり、八角形のチップ断面において形状の対称性を変えていったときの比  $B/A$  と剥離率との関係を示す図である。

#### 【0058】

図 7、図 8 から、チップ断面形状が六角形でも剥離率の目標は確保しているが、真円よりは劣っており、チップ断面形状が七角形以上の多角形であれば真円と同程度の接合信頼性を確保できるといえる。

#### 【0059】

六角形以下の多角形では、顕微鏡観察等によって溶け込み方のばらつきが大きいことが確認されており、頂角部付近を照射した部位での溶け込み深さが浅いことやエッジ効果による応力集中が発生すること等によって、接合性が低下したと考えられる。

#### 【0060】

また、図 9 から、比  $B/A$  が 0.8 以上であれば、真円と同程度の接合性を確保できている。これは、比  $B/A$  が 0.8 以上であれば、レーザ溶接による溶け込みがばらついても、そのばらつきが小さくなるためである。

#### 【0061】

また、チップ断面を構成する多角形の頂角が小さいほど応力が集中し、接合性へ悪影響が発生するが、以上の結果を考慮すると、頂角は  $125^\circ$  以上であればよい。これは、図 7、図 8 に示したように、真円と同程度の接合性を確保可能な七角形以上の多角形であるチップ断面を適切に実現するための頂角の大きさである。

#### 【0062】

また、チップ断面を構成する多角形の一部あるいは全部の辺が直線ではなく、R 形状の線である R 部であっても、隣り合う辺同士がなす角度が上記角度の関係を満足していれば、接合性の確保は可能であるといえる。

#### 【0063】

さらに、そのような多角形の角部が凸状でなく凹状であってもよい。凹状の角



部の場合も、エッジ効果による応力集中が凸状の角部（頂角）の場合と同程度に低減可能なものとするため、角部が凹状の場合は、その角度を  $235^{\circ}$  以下とすれば良い。

#### 【0064】

このような検討結果に基づいて、本実施形態では、チップ断面（軸直交断面）55の形状が非真円であるIr合金チップ50、60において、チップ断面55における上記外接円C1の直径Aと上記内接円C2の直径Bとの比 $B/A$ が0.8以上1.0未満である構成を採用している。

#### 【0065】

それによれば、Ir合金チップ50、60のチップ断面55の形状を非真円としており、角柱等の非円柱形状のIr合金チップとすることができるため、チップを円柱状にまで加工する場合に比べて加工コストを下げることができ、加工性の簡素化が図れる。

#### 【0066】

そして、このようなチップ断面形状を非真円のものとしても、上記比 $B/A$ を0.8以上1.0未満とすることで、円柱状のIr合金チップと同程度の接合性を確保できることを実験的に確認することができた。

#### 【0067】

よって、本実施形態によれば、Ir合金チップにおける加工性の簡素化とレーザ溶接における接合性の確保の両立を図ることのできるスパークプラグを提供することができる。

#### 【0068】

ここで、上記比 $B/A$ の上限としては0.96以下にすることができる。この比 $B/A=0.96$ は、上記図8に示す実験結果において、チップ断面が正十二角形の場合における比 $B/A$ の値であり、本検討例において接合性の確保が確認されている値の上限である。

#### 【0069】

また、上記比 $B/A$ の範囲を実現するチップ断面55としては、チップ断面55の外形線が、直線またはR部の7つ以上の要素（辺）を連結したものとして構

成され、各要素において隣接する要素となす角度が $125^{\circ}$ 以上 $235^{\circ}$ 以下であるような構成を採用できる。この理由は上述の通りである。

#### 【0070】

ここで、チップ断面55の外形線がR部を構成要素として有する例を図10に示す。この図10(a)～(e)に示すようなIr合金チップ50、60でも良い。なお、図10中、(c)、(d)は隣り合う要素同士のなす角部が凹状の場合を示している。また、(e)は楕円であるが、この場合は短半径/長半径が0.8以上1.0未満であればよい。

#### 【0071】

さらに、本実施形態においては、上記外接円C1の直径Aは0.3mm以上1.5mm以下であることが好ましい。これは次の理由による。

#### 【0072】

外接円C1の直径Aが0.3mmよりも小さいと、耐消耗性に優れるIr合金チップであっても、チップの熱容量が小さすぎてチップ温度上昇による消耗の促進により寿命を確保できにくくなる。一方、外接円C1の直径Aが1.5mmよりも大きくなると、レーザ溶接で緩和層としての熔融層を形成させても、チップサイズが大きすぎて、接合性を確保できるだけの熱応力の緩和ができにくくなる。

#### 【0073】

また、本実施形態では、Ir合金チップ50、60を、電極母材である中心電極と接地電極における放電ギャップ70に面する部位にレーザ溶接にて全周溶接することで、チップの接合を行う。

#### 【0074】

ここで、同一条件にてレーザ溶接を行えば、接合界面における任意の場所へ照射をしても接合信頼性を確保できる。例えば、図11は、チップ断面形状が正八角形であるIr合金チップ30と電極母材30とを一体化した状態でレーザ溶接する場合において同じ溶接条件で8点照射するときに、(a)辺部のみに照射する例、(b)頂角のみに照射する例を示す図である。

#### 【0075】

この図 11 において、正八角形の頂角のみに照射しても、辺部のみに照射しても、さらには、一部頂角で一部辺部というように照射しても、接合信頼性を確保できることを確認している。つまり、本実施形態によれば、チップの形状に応じた溶接条件の変更や、照射位置を特定するといった制約が省けるという利点がある。

#### 【0076】

また、上記図 4 では、中心電極 30 の一端部 31 に盛り上がった径小部を設け、レーザ R を横方向から照射して径小部を溶かし込むようにしているが、このような径小部を設けなくても良い。

#### 【0077】

例えば、図 12 (a) に示すように、径小部を設けない電極母材 30 の端面に Ir 合金チップ 50 を一体化したり、図 12 (b) に示すように、チップ 50 を一部埋設した状態で、斜め方向からレーザ R を照射しても良い。つまり、レーザ溶接されるチップと電極母材との関係や照射角度についての制約も少ないという利点がある。

#### 【図面の簡単な説明】

##### 【図 1】

本発明の実施形態に係るスパークプラグの全体構成を示す半断面図である。

##### 【図 2】

図 1 のスパークプラグにおける火花放電部近傍の拡大断面図である。

##### 【図 3】

図 1 のスパークプラグにおける Ir 合金チップの軸と直交する断面（チップ断面）を示す図である。

##### 【図 4】

電極母材への Ir 合金チップの接合方法を示す図である。

##### 【図 5】

本発明者らが検討に用いた Ir 合金チップにおける各種のチップ断面形状を示す図である。

##### 【図 6】

接合性の評価パラメータとしての剥離率を示す図である。

【図 7】

チップ断面を種々の多角形に変えていったときの剥離率の変化を示す図である。

【図 8】

チップ断面を種々の多角形に変えていったときの比  $B/A$  と剥離率との関係を示す図である。

【図 9】

八角形のチップ断面において形状の対称性を変えていったときの比  $B/A$  と剥離率との関係を示す図である。

【図 10】

チップ断面形状の種々の他の例を示す図である。

【図 11】

チップ断面形状が正八角形である Ir 合金チップと電極母材とを一体化した状態でレーザ溶接する場合において (a) 辺部のみに照射する例、(b) 頂角のみに照射する例を示す図である。

【図 12】

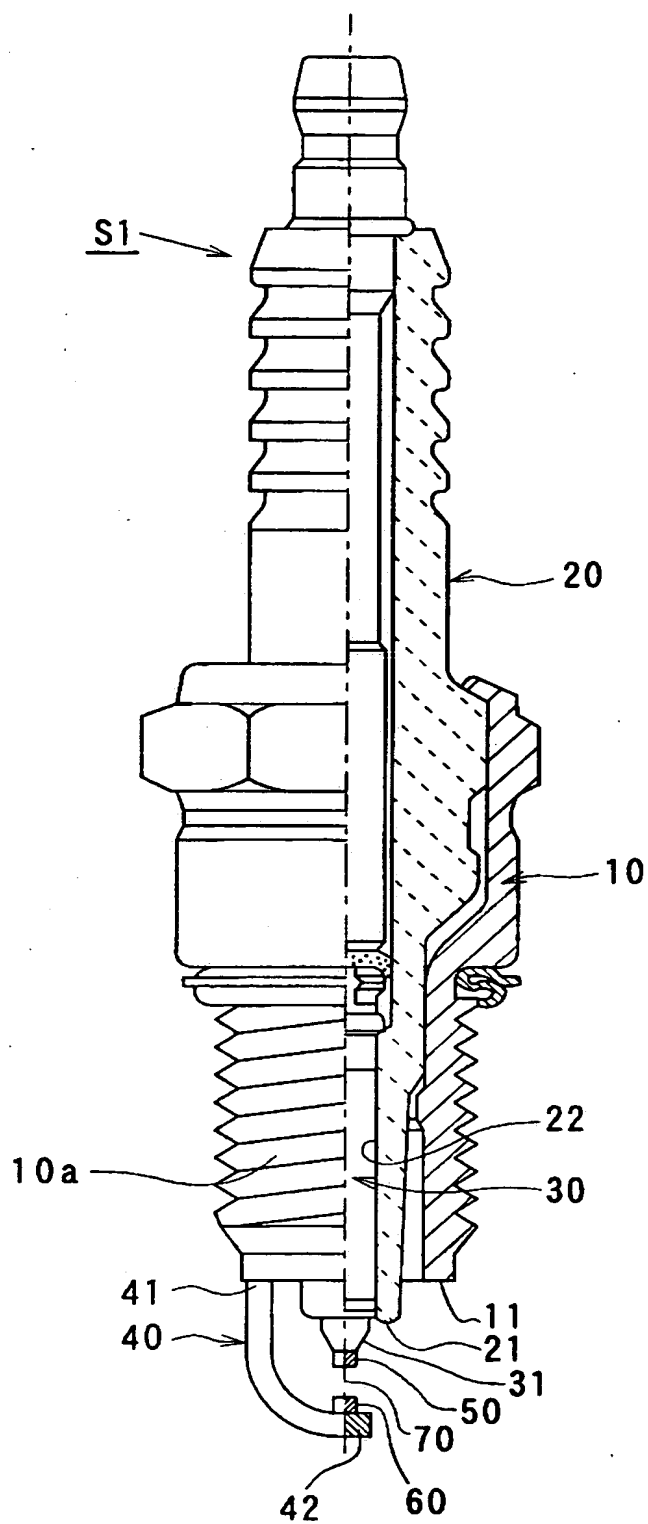
レーザ溶接方法の変形例を示す図である。

【符号の説明】

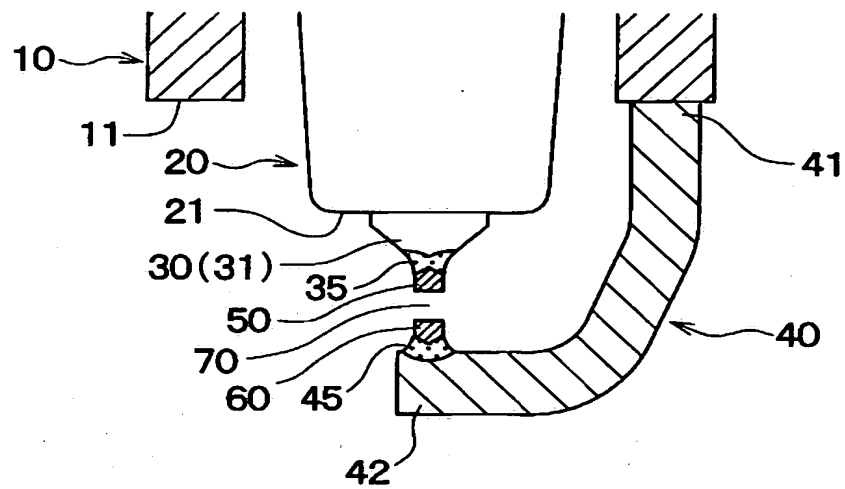
10…ハウジングとしての取付金具、20…絶縁碍子、30…中心電極、  
40…接地電極、50、60…Ir 合金チップ、  
55…Ir 合金チップのチップ断面、C1…外接円、C2…内接円。

【書類名】 図面

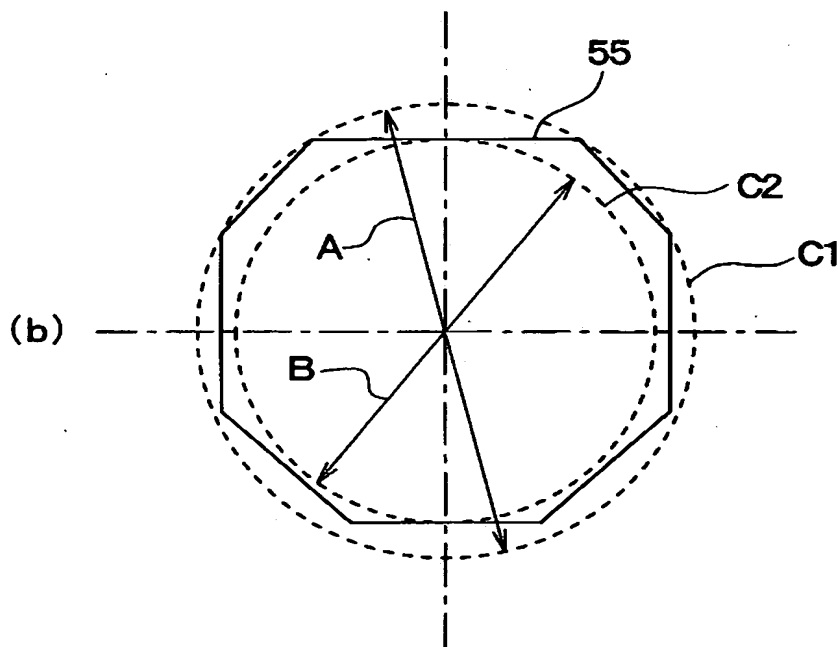
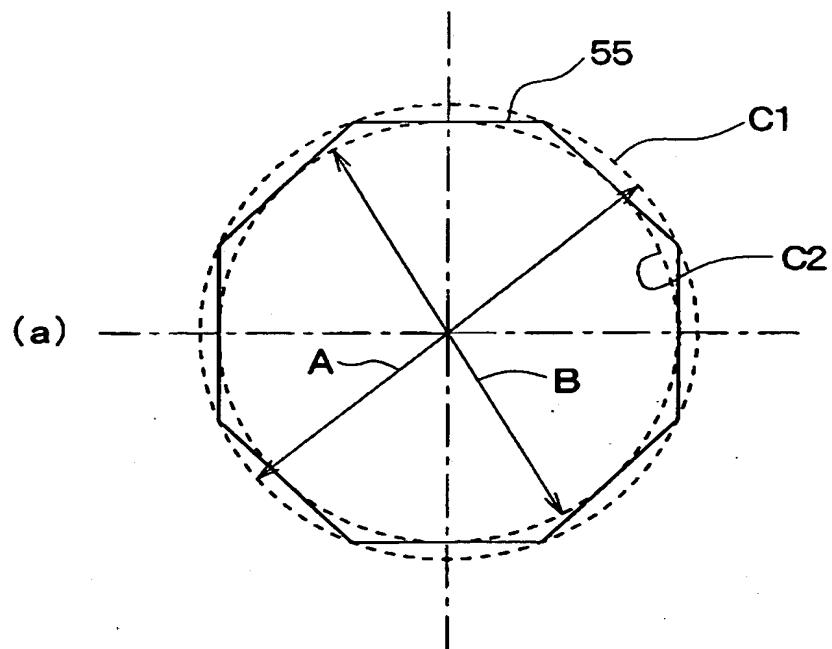
【図 1】



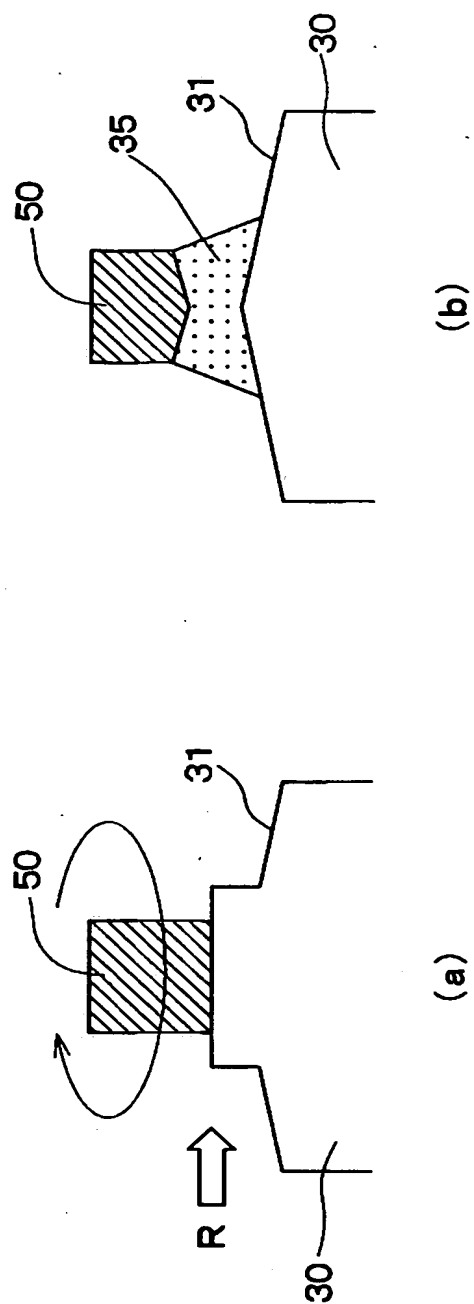
【図 2】



【図 3】

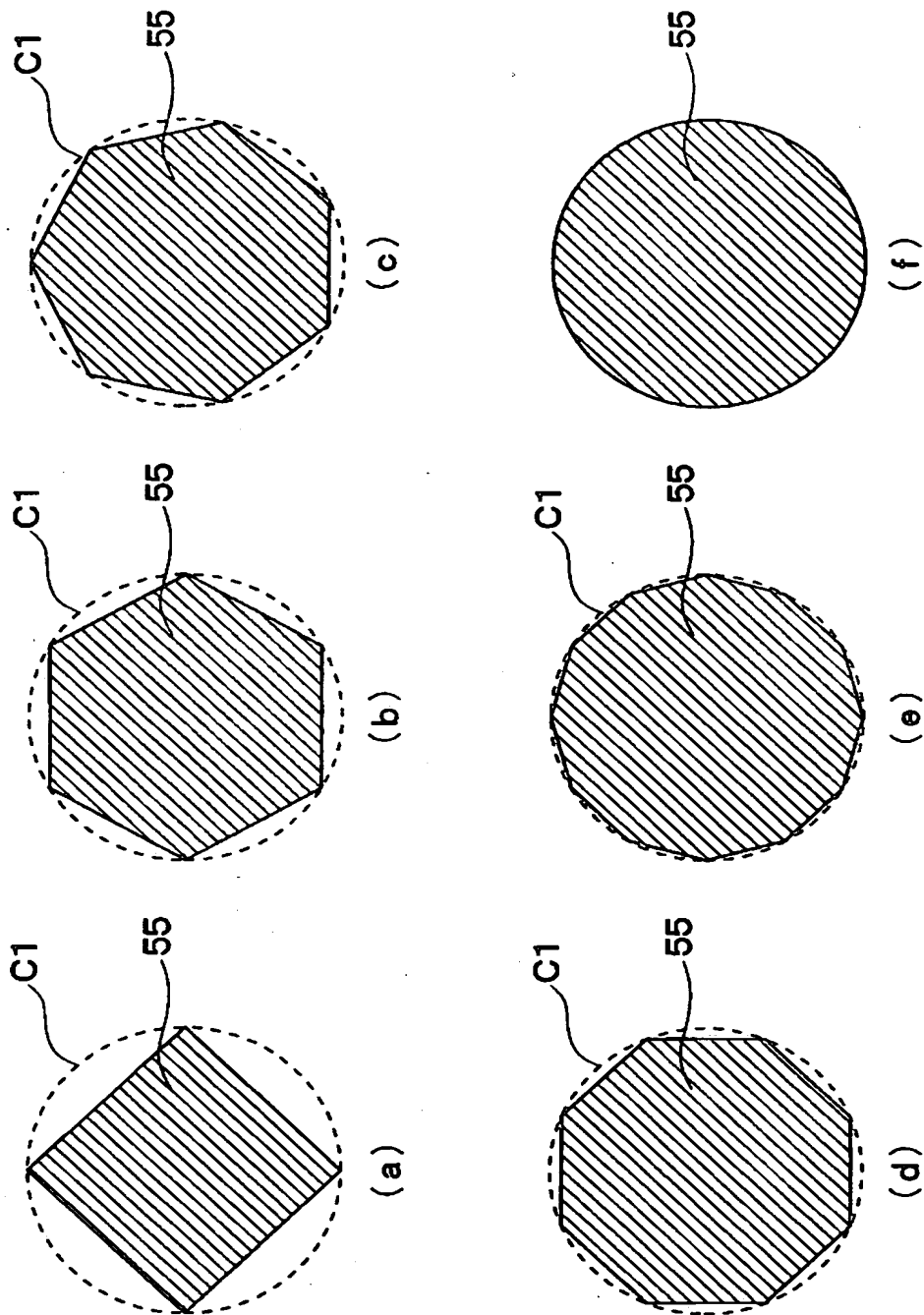


【図 4】

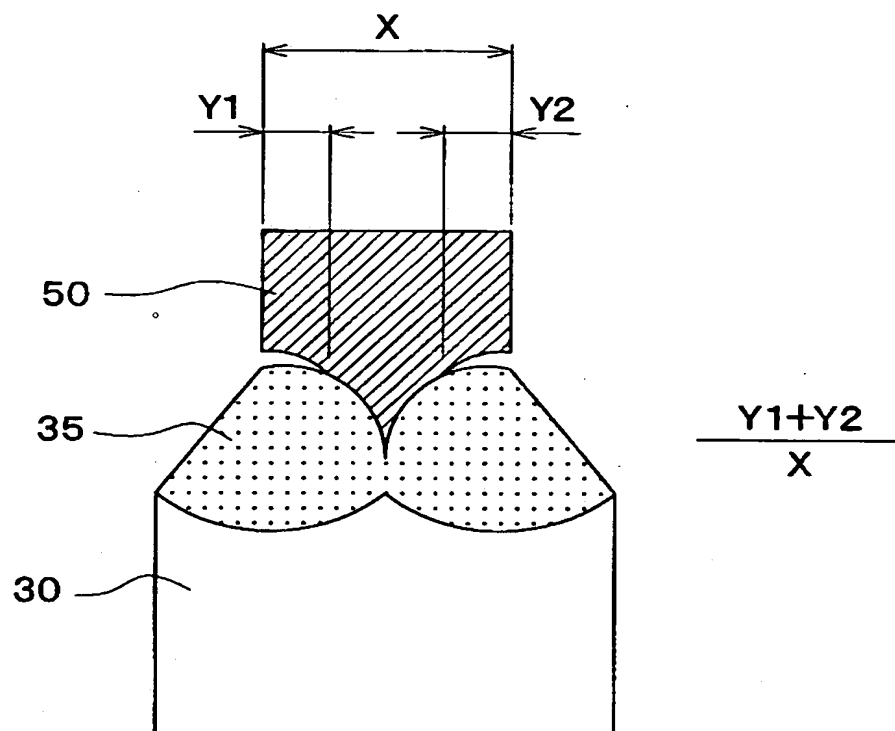




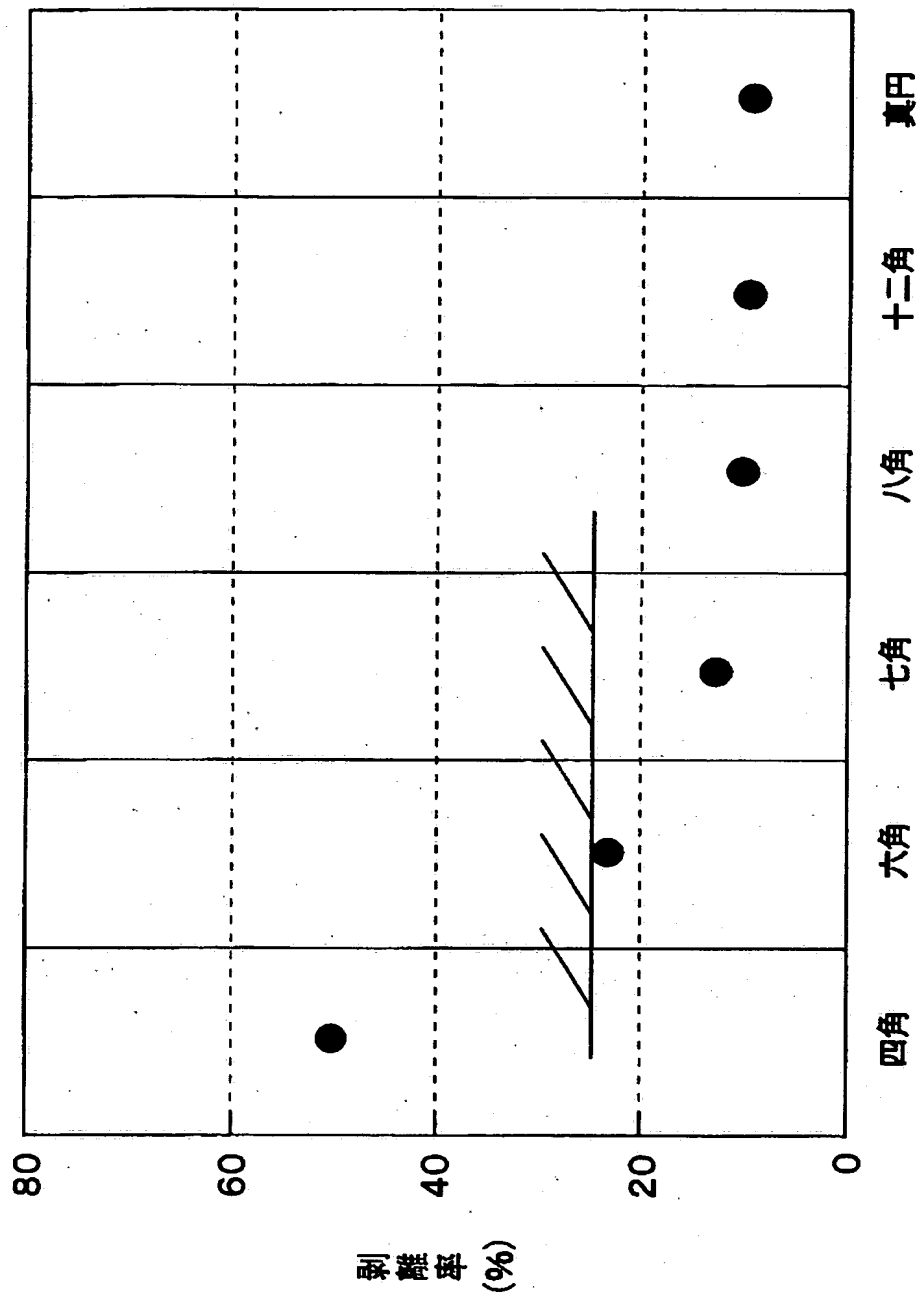
【図 5】



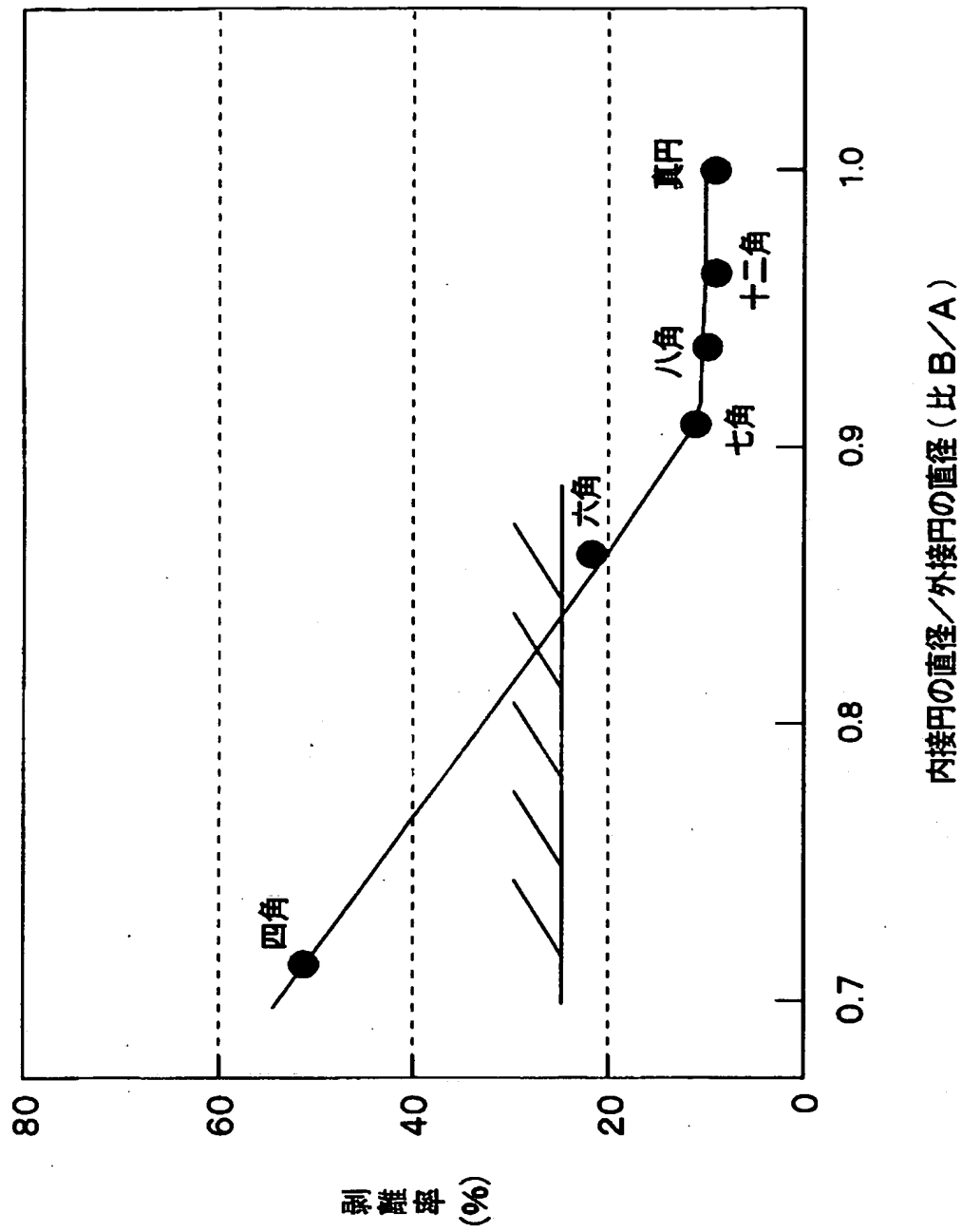
【図 6】



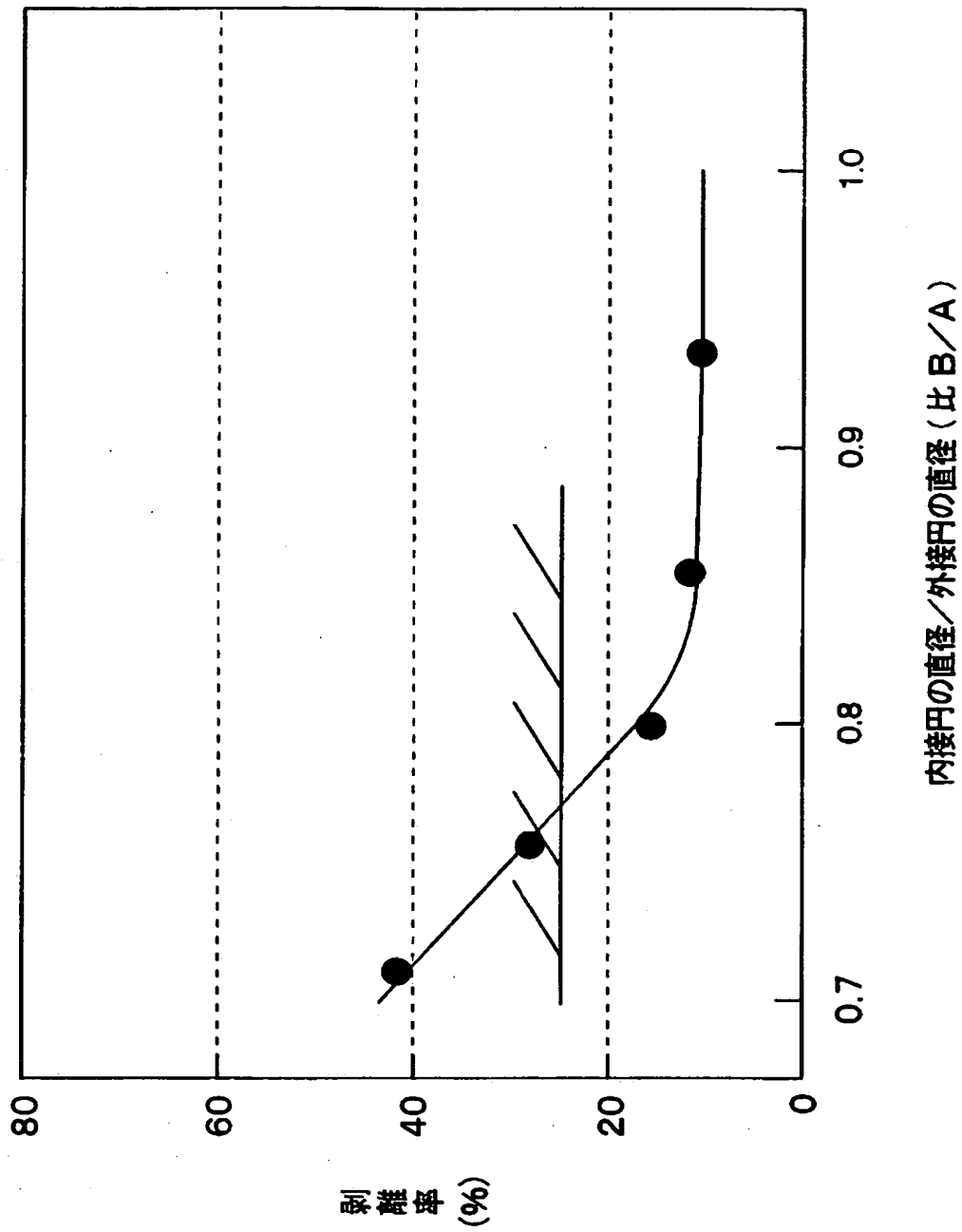
【図 7】



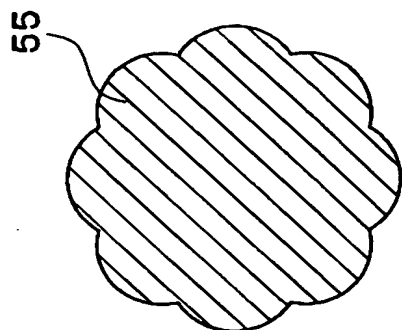
【図 8】



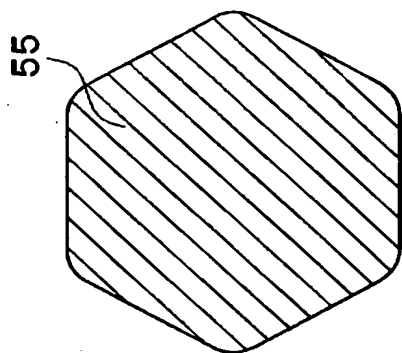
【図 9】



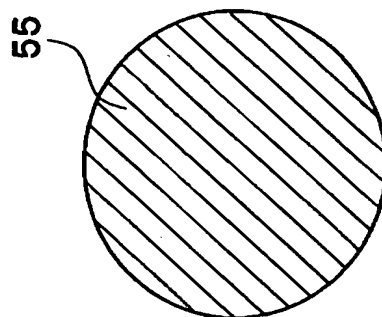
【図 10】



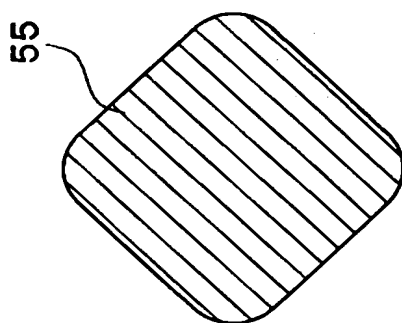
(c)



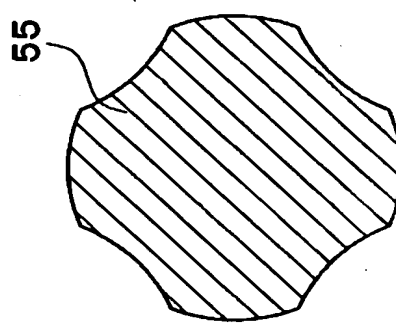
(b)



(e)

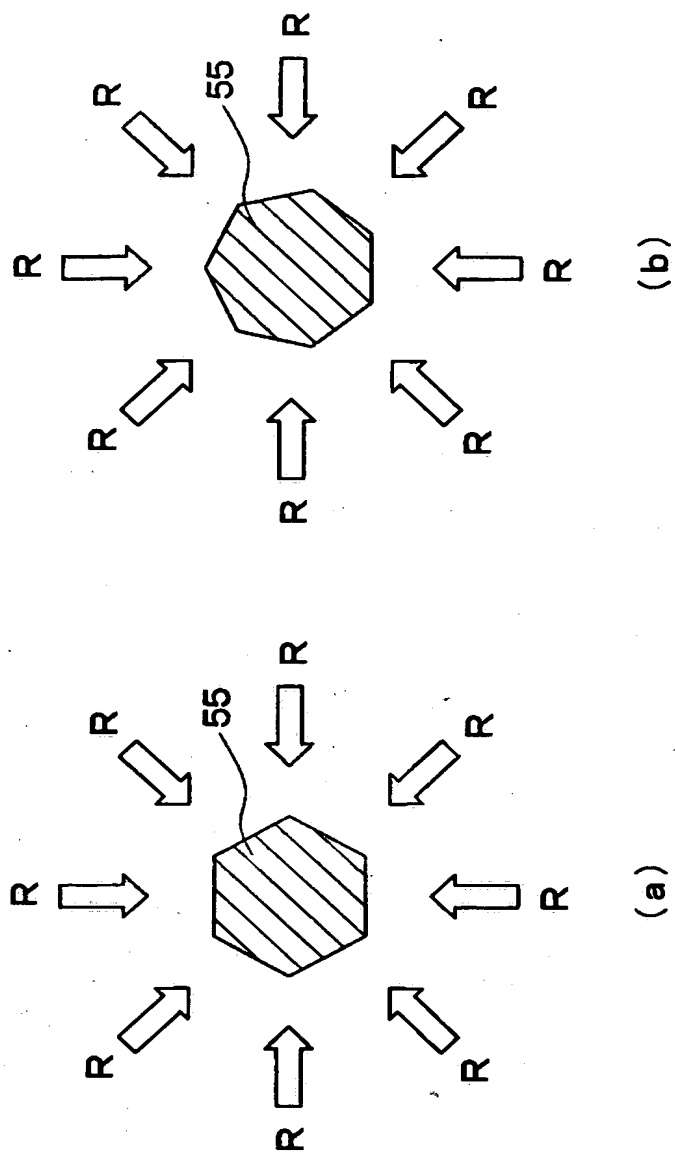


(a)

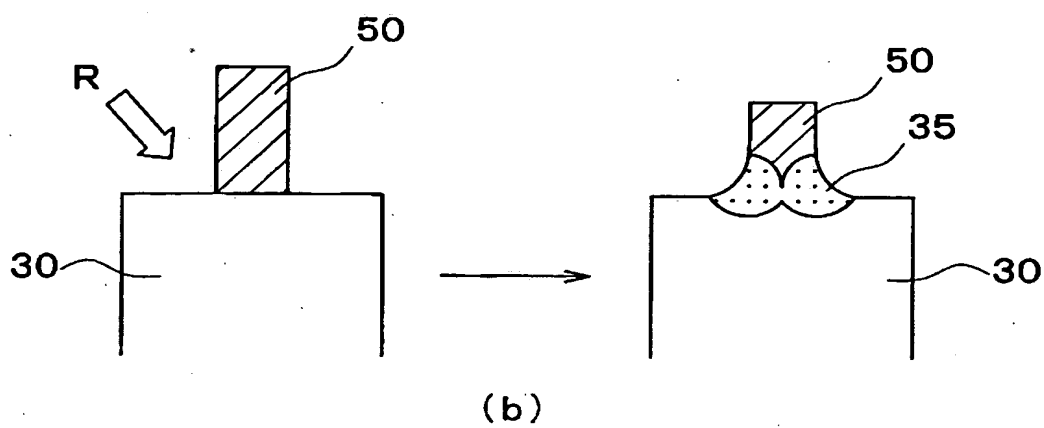
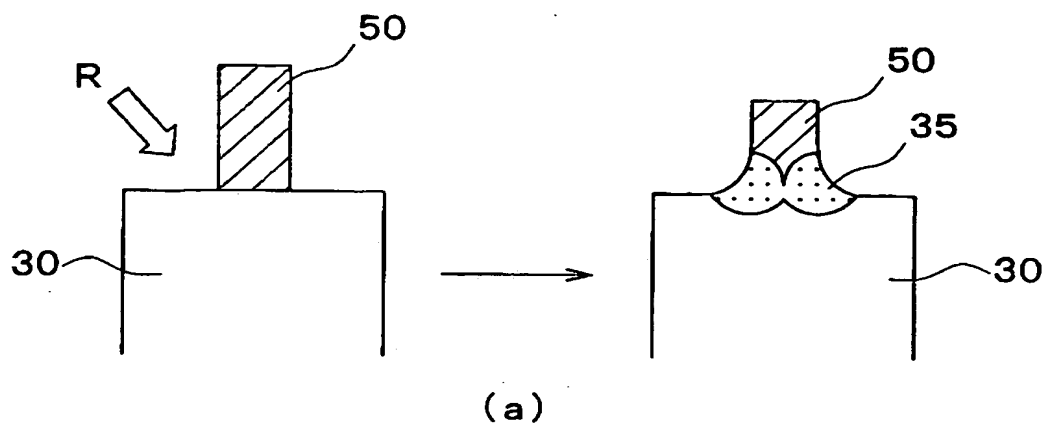


(d)

【図 11】



【図 12】





【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 中心電極および接地電極の対向部に Ir 合金チップを接合してなるスパークプラグにおいて、Ir 合金チップにおける加工性の簡素化とレーザ溶接における接合性の確保の両立を図る。

【解決手段】 ハウジング 10 内に絶縁碍子 20 が保持され、この絶縁碍子 20 内に保持された中心電極 30 と接地電極 40 の端部とが放電ギャップ 70 を隔てて対向しており、中心電極 30 と接地電極 40 の放電ギャップ 70 に面する部位に棒状の Ir 合金からなる Ir 合金チップ 50、60 が接合されてなる。Ir 合金チップの軸と直交する断面の形状が非真円であり、この断面において、当該断面の外形線の少なくとも 3 箇所と接する仮想円のうち最も大きな直径 A を有する外接円を想定し、この外接円と同一の中心を有し且つ最も大きな直径 B を有する内接円を想定したとき、二つの直径 A、B の比  $B/A$  が 0.8 以上 1.0 未満である。

【選択図】 図 2

特願 2002-339245

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000004260]

1. 変更年月日

1996年10月 8日

[変更理由]

名称変更

住 所

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地

氏 名

株式会社デンソー